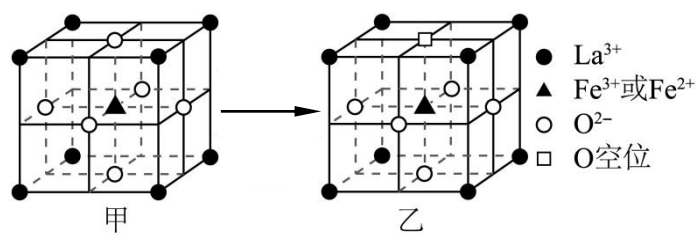


【核心考点 041】晶胞空位

一、方法



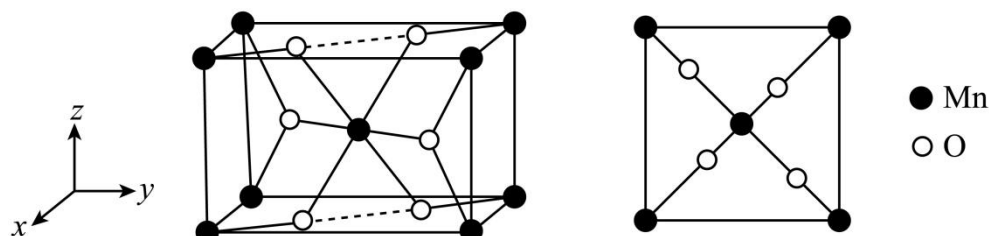
二、例题

综合题中考点相关部分已标蓝。

1. (2024·山东·高考真题) 锰氧化物具有较大应用价值, 回答下列问题:

(1) Mn 在元素周期表中位于第_____周期_____族; 同周期中, 基态原子未成对电子数比 Mn 多的元素是_____ (填元素符号)。

(2) Mn 的某种氧化物 MnO_x 的四方晶胞及其在 xy 平面的投影如图所示, 该氧化物化学式为_____。



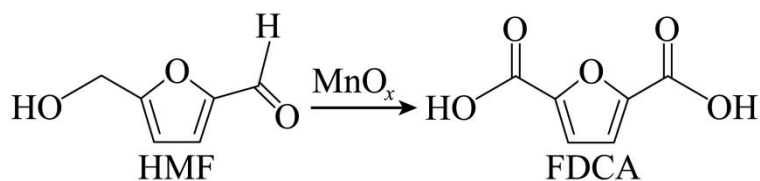
当 MnO_x 晶体有 O 原子脱出时, 出现 O 空位, Mn 的化合价_____ (填“升高”“降低”或“不变”), O 空位的产生使晶体具有半导体性质。下列氧化物晶体难以通过该方式获有半导体性质的是_____ (填标号)。

A. CaO B. V_2O_5 C. Fe_2O_3 D. CuO

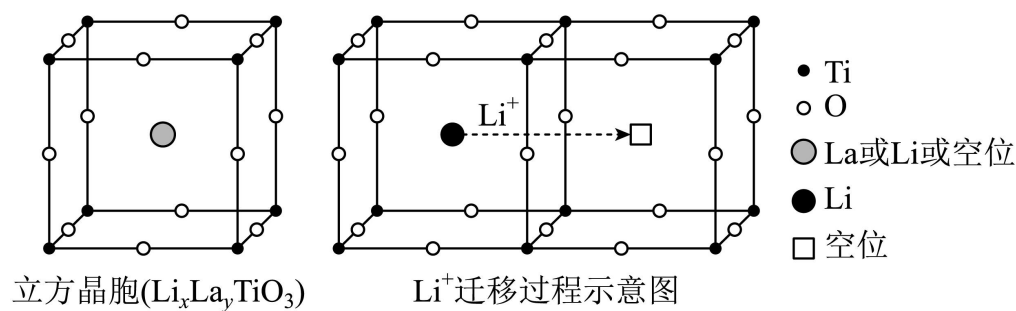
(3) $[\text{BMIM}]^+\text{BF}_4^-$ (见图) 是 MnO_x 晶型转变的诱导剂。 BF_4^- 的空间构型为_____; $[\text{BMIM}]^+$ 中咪唑环存在 π_5^6 大 π 键, 则 N 原子采取的轨道杂化方式为_____。



(4) MnO_x 可作 HMF 转化为 FDCA 的催化剂 (见下图)。FDCA 的熔点远大于 HMF, 除相对分子质量存在差异外, 另一重要原因是_____。

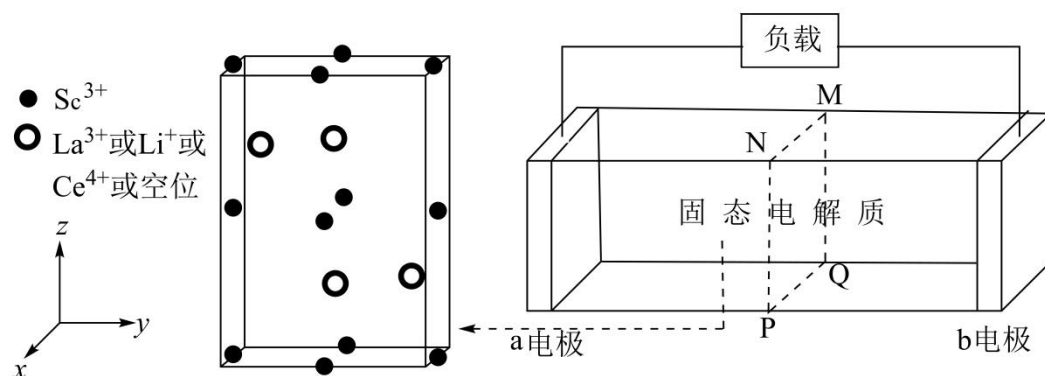


2. (2024·安徽·高考真题) 研究人员制备了一种具有锂离子通道的导电氧化物($\text{Li}_x\text{La}_y\text{TiO}_3$), 其立方晶胞和导电时 Li^+ 迁移过程如下图所示。已知该氧化物中 Ti 为 +4 价, La 为 +3 价。下列说法错误的是



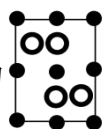
- A. 导电时, Ti 和 La 的价态不变 B. 若 $x=\frac{1}{3}$, Li^+ 与空位的数目相等
- C. 与体心最邻近的 O 原子数为 12 D. 导电时、空位移动方向与电流方向相反

3. (2025·云南·高考真题) $(\text{Li}_{0.45}\text{La}_{0.85})\text{ScO}_3$ 是优良的固态电解质材料, Ce^{4+} 取代部分 La^{3+} 后产生空位, 可提升 Li^+ 传导性能。取代后材料的晶胞结构示意图(O^{2-} 未画出)及其作为电解质的电池装置如下。下列说法错误的是



A. 每个晶胞中 O^{2-} 个数为 12

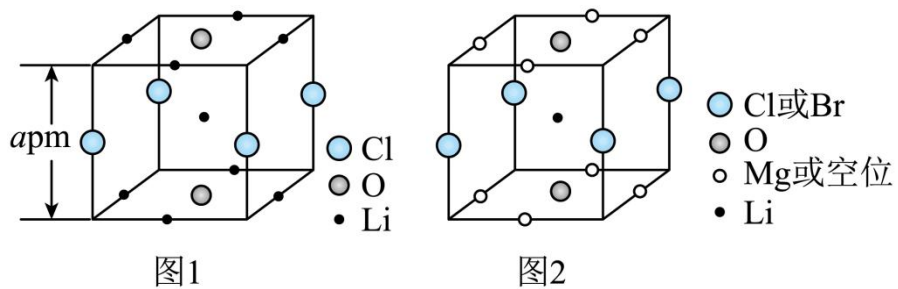
B. 该晶胞在 yz 平面的投影为



C. Ce^{4+} 取代后, 该电解质的化学式为 $(\text{Li}_{0.45}\text{La}_{0.85-y}\text{Ce}_y)\text{ScO}_3$

D. 若只有 Li^+ 发生迁移, 外电路转移的电子数与通过截面 MNPQ 的 Li^+ 数目相等

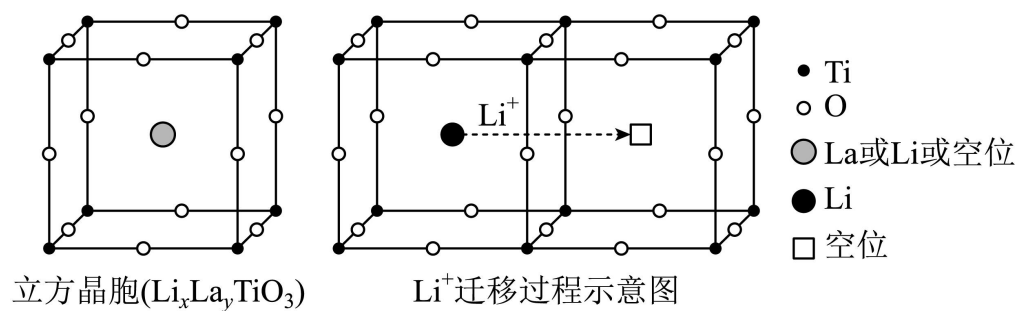
4. (2023·辽宁·高考真题) 晶体结构的缺陷美与对称美同样受关注。某富锂超离子导体的晶胞是立方体(图 1)，进行镁离子取代及卤素共掺杂后，可获得高性能固体电解质材料(图 2)。下列说法错误的是



A. 图 1 晶体密度为 $\frac{72.5}{N_A \times a^3 \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ B. 图 1 中 O 原子的配位数为 6

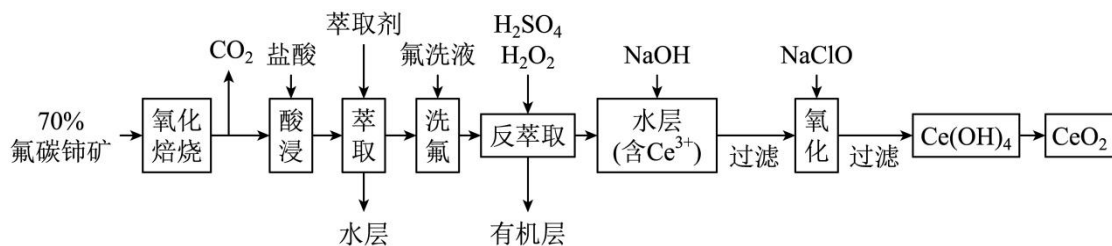
C. 图 2 表示的化学式为 $\text{LiMg}_2\text{OCl}_x\text{Br}_{1-x}$ D. Mg^{2+} 取代产生的空位有利于 Li^+ 传导

5. (2024·安徽·高考真题) 研究人员制备了一种具有锂离子通道的导电氧化物($\text{Li}_x\text{La}_y\text{TiO}_3$), 其立方晶胞和导电时 Li^+ 迁移过程如下图所示。已知该氧化物中 Ti 为 +4 价, La 为 +3 价。下列说法错误的是



- A. 导电时, Ti 和 La 的价态不变 B. 若 $x=\frac{1}{3}$, Li^+ 与空位的数目相等
- C. 与体心最邻近的 O 原子数为 12 D. 导电时、空位移动方向与电流方向相反

6. (2026·山东枣庄·一模) 稀土是保障国家高端制造自主可控、支撑国防安全的战略核心材料。以氟碳铈矿(主要含 CeFCO_3) 为原料制备稀土化合物 CeO_2 的一种工艺流程如图所示:



已知: ① Ce^{4+} 能与 F^- 结合成 $[\text{CeF}_x]^{(4-x)+}$, 也能与 SO_4^{2-} 结合成 $[\text{CeSO}_4]^{2+}$

②在硫酸体系中 Ce^{4+} 能被萃取剂 $[(\text{HA})_2]$ 萃取, 而 Ce^{3+} 不能, 萃取反应为 $\text{Ce}^{4+} + n(\text{HA})_2 \rightleftharpoons \text{Ce} \cdot (\text{H}_{2n-4}\text{A}_{2n}) + 4\text{H}^+$; 萃

$$\text{取率} = \frac{n_{\text{有机层}}(\text{X})}{n_{\text{总}}(\text{X})} \times 100\%$$

③一定条件下, Ce(IV) 分别在有机层与水层中存在形式的物质的量浓度之比是一个常数(分配系数 K_d),

$$K_d = \frac{c_{\text{有机层}}(\text{Ce})}{c_{\text{水层}}(\text{Ce})}$$

回答下列问题:

(1)“酸浸”中提高浸出率的措施有_____ (填一种即可)。

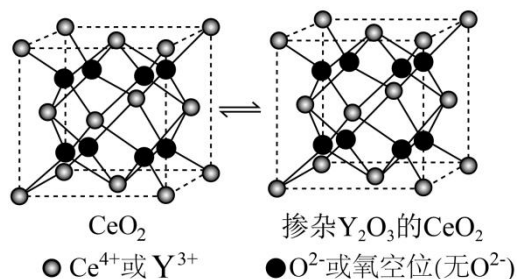
(2)萃取 Ce(IV) 用到的玻璃仪器有_____; 取 50 mL 含 Ce(IV) 的溶液, 一次性加入 20 mL 萃取剂, 若 Ce 元素的分配系数 $K_d = 8.5$, 则 Ce(IV) 的萃取率为_____。

(3)“反萃取”中加入 H_2SO_4 的目的是_____; H_2O_2 的作用是_____ (填“催化剂”“氧化剂”或“还原剂”)。

(4)“氧化”中发生反应的离子方程式为_____。

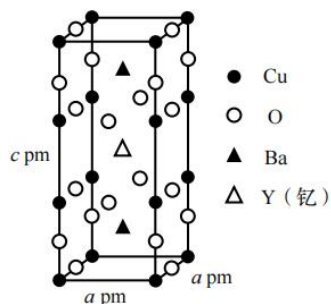
(5)产品 CeO_2 常用作玻璃工业添加剂, 在其立方晶胞中掺杂 Y_2O_3 , Y^{3+} 占据原来 Ce^{4+} 的位置, 可以得到更稳定的结

构, 如图所示(O^{2-} 的空缺率 = $\frac{\text{氧空位数}}{\text{氧空位数} + \text{O}^{2-}\text{数}} \times 100\%$)。



若掺杂 Y_2O_3 后得到 $n(\text{CeO}_2) : n(\text{Y}_2\text{O}_3) = 4 : 3$ 的晶体, 则此晶体中 O^{2-} 的空缺率为_____。

7. (2026·山东青岛·三模) 某铜基高温超导材料的晶胞如图。已知：氧化物高温超导体中部分金属与氧之间的化学键可视为共价键。



回答下列问题：

(1) Cu 位于元素周期表中_____区，基态 Cu^{3+} 价电子的轨道表示式为_____。

(2) 验证该材料含有铜元素可使用_____ (填标号)。

A. 紫外-可见光谱 B. 红外光谱 C. 原子光谱

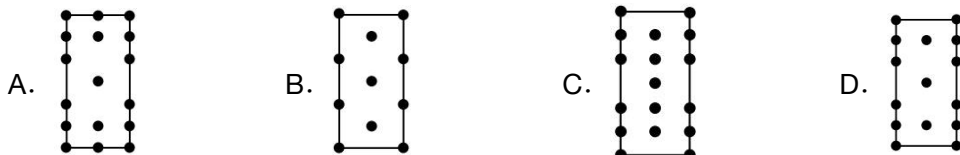
(3) 该晶体中不存在的作用力为_____ (填标号)。

A. 离子键 B. 金属键 C. 极性共价键 D. 非极性共价键

(4) 该超导材料的化学式为_____，密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (设 N_A 为阿伏加德罗常数的值)。 Y^{3+} 的配位数为_____。

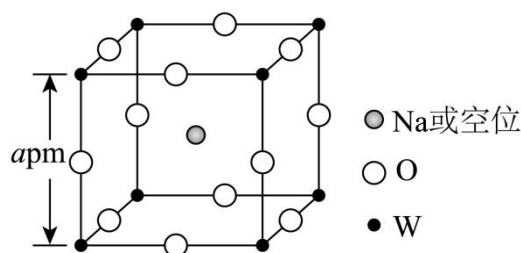
(5) 晶体缺陷普遍存在，当每个晶胞含 0.2 个氧空位时， Cu^{2+} 与 Cu^{3+} 个数比为_____。

(6) 若原子均用“●”表示，则晶胞沿底面面对角线的剖面图为_____ (填标号)。



三、练习

1. (2026·湖南邵阳·一模) Na_xWO_3 晶体因 x 变化形成空位而导致颜色各异, 当 $0.44 \leq x \leq 0.95$ 时, 其立方晶胞结构如图。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法错误的是



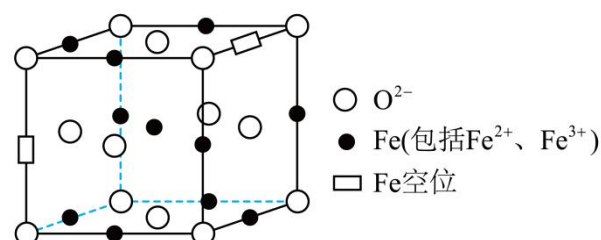
A. 与 O 最近且等距离的 W 有 2 个

B. W 的平均价态随空位数减少而升高

C. 当 $x = 0.5$ 时, 晶胞密度为 $\frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 \cdot N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

D. Na_xWO_3 晶体呈现不同颜色是因为空位数不同, 吸收的可见光波长不一样

2. (2026·黑龙江吉林·模拟预测) FeO 为 NaCl 型晶体: 立方晶胞中 O^{2-} 占据顶角和面心, Fe^{2+} 占据棱的中点和体心。实际晶体中, 部分 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} 并产生空位, 形成含晶体缺陷的 Fe_{1-x}O ($0 < x < 0.10$), 其立方晶胞结构如图所示。 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 晶胞棱长为 $a \text{ pm}$ 。下列说法错误的是



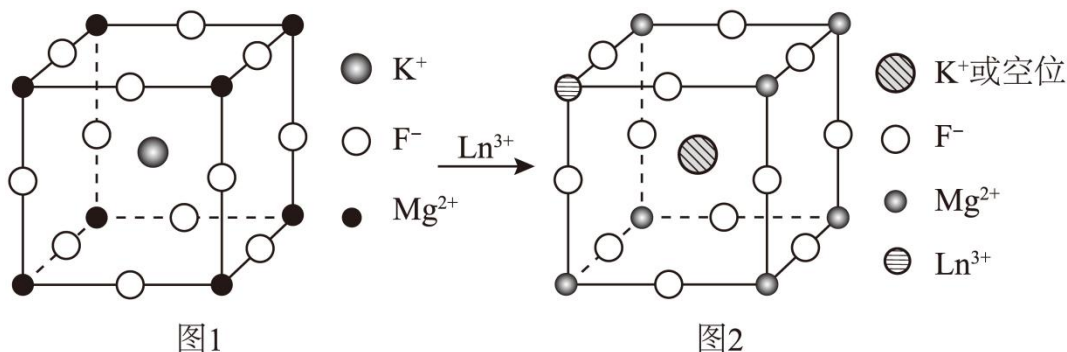
A. 理想 FeO 晶体中, Fe^{2+} 与 O^{2-} 的配位数均为 6

B. x 增大时, 晶体中 Fe 的平均化合价升高

C. 理想 FeO 晶体中, Fe^{2+} 位于由 O^{2-} 构成的八面体空隙

D. $x = 0.05$ 时, Fe_{1-x}O 晶体的密度为 $\frac{69.2}{a^3 N_A} \times 10^{30} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

3. (2026·黑龙江哈尔滨·一模) 利用 KHF_2 热解制备 $\text{K}_x\text{Mg}_y\text{F}_z$ 可有效防止该晶体内部因 OH^- 的引入而发光淬灭, 所得 $\text{K}_x\text{Mg}_y\text{F}_z$ 晶体掺杂 Ln^{3+} ($\text{Ln}=\text{La} \sim \text{Lu}$) 获得的一种发光材料结构如图(已知 K^+ 的空缺率 = $\frac{\text{K}^+ \text{空位数}}{\text{K}^+ \text{空位数} + \text{K}^+ \text{数}}$), 下列说法错误的是



A. 图 1 中 $x:y:z=1:1:3$

B. 图 1 中 K^+ 与 Mg^{2+} 的配位数相同

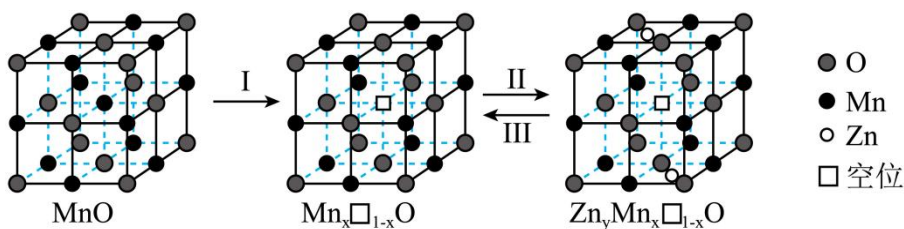
C. 图 2 中 K^+ 的空缺率为 12.5%

D. KHF_2 热解产生的 HF 可消除 OH^- , 有利于该材料发光

4. (2026·内蒙古呼和浩特·一模) 电池正极材料 MnO 晶体充放电过程中正极材料立方晶胞的组成变化如图所示。

I 为 MnO 活化过程, 活化后得 $Mn_x \square_{1-x}O$ 的缺陷型晶体, $\square$ 表示阳离子空位, 晶胞参数为 $a \text{ nm}$, N_A 表示阿伏伽德

罗常数的值。 Mn^{2+} 空位率 = $\frac{\text{空位数}}{\text{空位数} + Mn^{2+} \text{数}} \times 100\%$ 。下列说法正确的是



A. 原始 MnO 中 Mn^{2+} 的配位数为 12

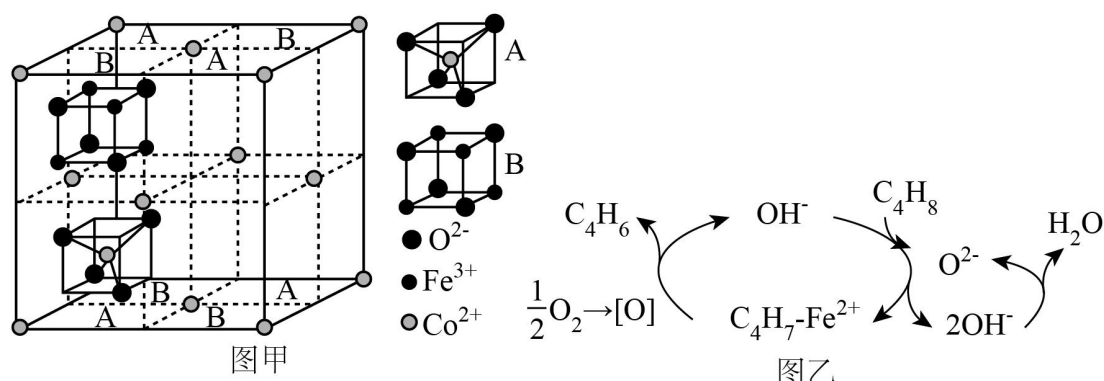
B. 若 $Mn_x \square_{1-x}O$ 中 Mn 的平均化合价为 $+a$, 则阳离子空位率为 $\frac{a-2}{a} \times 100\%$

C. 当 $x=0.7$ 时, MnO 晶体的密度为 $\frac{55 \times 0.7 + 16}{N_A \times (a \times 10^{-7})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

D. II 为充电过程

5. (2025·海南海口·一模) 尖晶石型铁氧体作为重要的功能材料, 在电磁屏蔽、信息贮存等领域应用广泛。尖晶石的单位晶胞含有 4 个 A 型结构与 4 个 B 型结构, 其分布位置如图甲所示(图中球体无大小关系, 仅表示相对位置)。

回答问题:



(1) Fe 的基态原子的电子排布式为_____。

(2) 该铁氧体的化学式为_____。

(3) Fe 在该尖晶石中的配位数为_____。

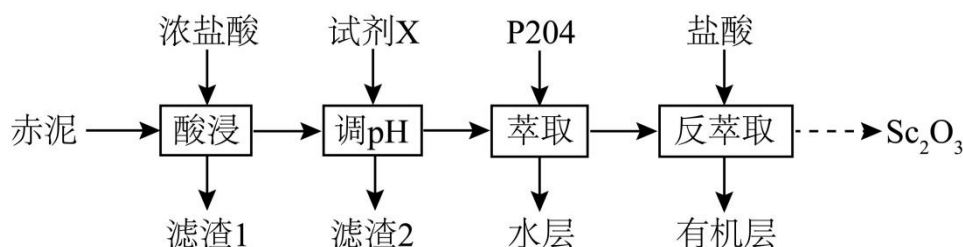
(4) 铁氧体晶胞有空位时，可作丁烯制备 1, 3-丁二烯反应的催化剂，在空位上的反应过程如图乙所示。

① 该制备反应的总方程式为_____。1, 3-丁二烯分子中在同一个平面上的原子数最多_____, 该分子_____(填“存在”或“不存在”)顺反异构。

② 催化过程中产生了中间体配合物 $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{Fe}^{3+}}{\underset{\uparrow}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$, 使甲基更容易与原子态的氧发生反应, 使催化更具有选择性。从结构与性质的角度分析甲基更容易被氧化的原因_____。

③ 晶胞中 Co^{2+} 的空缺会使 O^{2-} 有相应变化, 当该催化剂含氧化铁的质量分数为 80% 时, Co^{2+} 的空缺率为_____。

6. (2026·江苏·一模) 由“赤泥”(含 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 及少量 Sc_2O_3) 制备 Sc_2O_3 的过程如下:



已知: ① P204 在酸性条件下萃取金属离子的顺序为: $\text{Fe}^{3+} > \text{Sc}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$ 。

② Sc^{3+} 可与 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 结合生成 $[\text{Sc}(\text{C}_2\text{O}_4)_n]^{3-2n}$ 配离子 ($n=1, 2, 3$)。

(1) 酸浸。一定条件下, 钪的单次浸取率最高为 49.4%。不改变条件, 为充分浸出 Sc, 可采取的措施为_____。

(2) 调 pH。向酸浸液中加入适量试剂 X 调节 $\text{pH}=1.5$, 试剂 X 为_____ (填“Fe”、“ Fe_2O_3 ”或“ FeCO_3 ”)。

(3) 经萃取、反萃取后得到 ScCl_3 溶液, 再通过沉钪、焙烧制得 Sc_2O_3 。

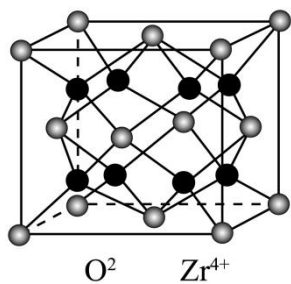
① 向 ScCl_3 溶液中加入 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, Sc^{3+} 转化为 $\text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 沉淀。当 $\frac{n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{n(\text{Sc}^{3+})}$ 大于 1.5 时, Sc^{3+} 的沉淀率会显著下降, 原因是_____。

② $\text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 在空气中煅烧生成 Sc_2O_3 的化学方程式为_____。

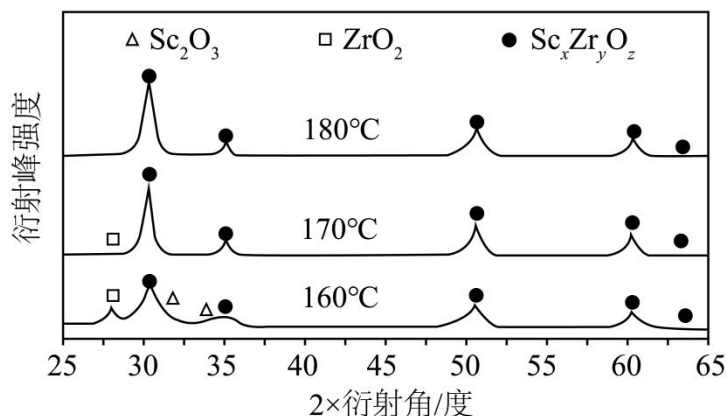
(4) 向 ZrO_2 中掺杂 Sc_2O_3 可制备固体电解质 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$ 。

① ZrO_2 的晶胞结构如图所示, Zr^{4+} 的配位数为_____; ZrO_2 中部分 Zr^{4+} 的位置被 Sc^{3+} 占据, 得到 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$, 同时产生 O^{2-} 空位。若 $x:y=2:23$, 则 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$ 中 O^{2-} 的空缺率为_____ (写出计算过程, O^{2-} 的空缺率

$$= \frac{\text{O}^{2-}\text{空位数}}{\text{O}^{2-}\text{空位数} + \text{实际 O}^{2-}\text{数}} \times 100\%)。$$



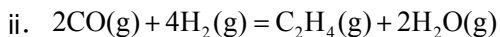
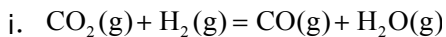
②水热法制备 $Sc_xZr_yO_z$ 。不同温度下测得产品的 X 射线衍射图(X 射线衍射用于判断某晶态物质是否存在,不同晶态物质出现衍射峰的衍射角不同)如图所示,则最佳的制备温度为_____。



7. (2026·河南·模拟预测) 二氧化碳的转化是当前的重要课题之一、利用 CO_2 为原料将其转化成各种有机物,从而实现碳的循环再利用。

回答下列问题:

(1)以 CO_2 为原料合成乙烯,其反应过程分两步进行:



已知: $\Delta_f H_m^\ominus$ 为物质的标准摩尔生成焓,反应焓变 $\Delta H =$ 产物标准摩尔生成焓之和-反应物标准摩尔生成焓之和。相关物质的标准摩尔生成焓如下表所示。

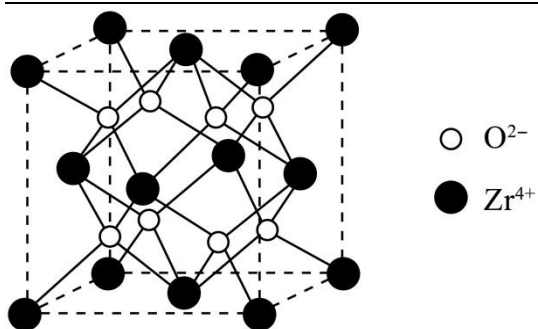
物质	$CO_2(g)$	$H_2(g)$	$C_2H_4(g)$	$H_2O(g)$
$\Delta_f H_m^\ominus / (kJ \cdot mol^{-1})$	-394	0	+53	-242

CO_2 加氢合成乙烯的热化学方程式为_____,该反应在_____(填“高温”“低温”或“任意温度”)下自发进行。

(2)固溶体 $Zn_xZr_yO_z$ 是 CO_2 加氢制 CH_3OH 的高选择性催化剂。

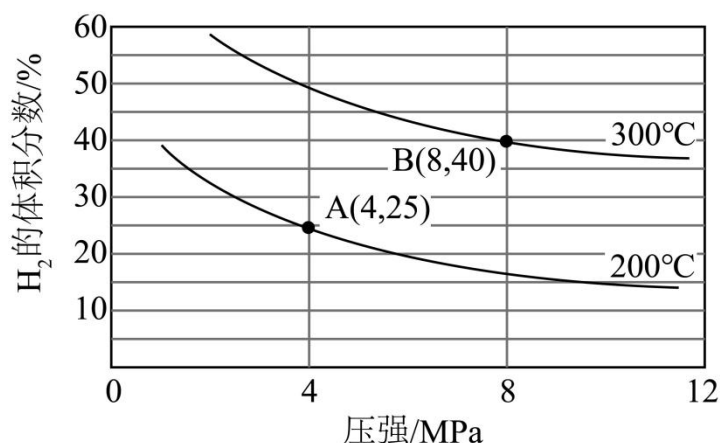
①基态 Zr 原子的价层电子排布式为 $4d^25s^2$,Zr 位于元素周期表的_____区, ZrO_2 的晶胞结构如图所示,与 Zr^{4+} 等距离且最近的 O^{2-} 个数为_____。

② Zn^{2+} 占据 20% Zr^{4+} 的位置形成 $Zn_xZr_yO_z$ 固溶体,同时产生 O^{2-} 空位,固溶体中 O^{2-} 的空缺率为_____ %。



(3)以CO₂为原料催化加氢合成乙醇，其反应原理为 $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H$ ，按

$n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:2$ 投料比充入一密闭容器中只发生该反应，平衡时H₂的体积分数随温度、压强的变化关系如图所示。

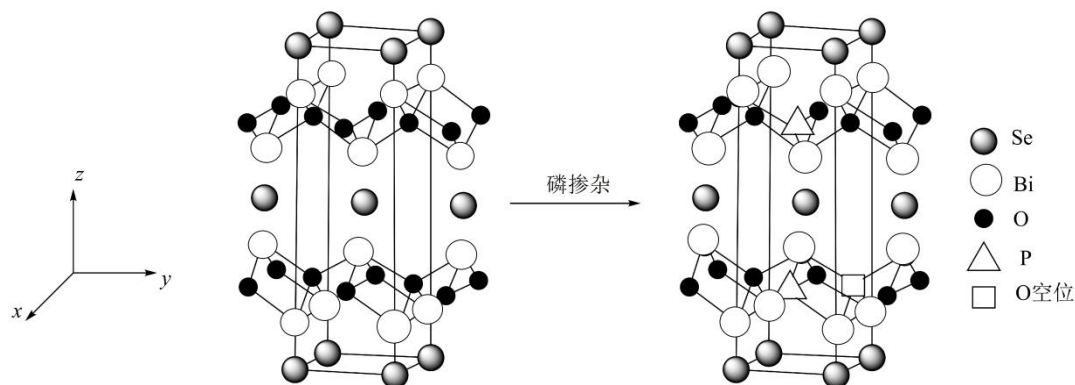


①该反应的 ΔH _____ (填“>”“<”或“=”)0，判断理由是_____。

②图中A、B两点中，先达到平衡状态的是_____点。

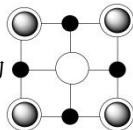
③A点的平衡常数 $K_p =$ _____ MPa⁻⁴ (结果保留两位小数； K_p 是用分压表示的平衡常数，分压=总压×物质的量分数)。

8. (2026·辽宁锦州·二模)新型半导体芯片材料由[Bi₂O₂]_n²ⁿ⁺层与[Se]_n²ⁿ⁻层交替堆叠而形成，磷掺杂后产生氧空位，获得了更高性能，其晶体结构如图所示。下列说法正确的是



A. 该晶体层间靠范德华力维系

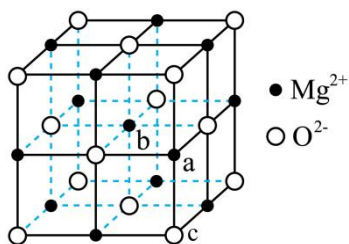
B. 掺杂前该晶胞沿 z 轴方向在 xy 平面的投影为



C. 掺杂前晶体中，与 Bi^{3+} 最近且等距的 O^{2-} 为 3 个

D. 磷掺杂后，化学式可表示为 $\text{Bi}_2\text{O}_{2-a}\text{SeP}_b$ ，则 $a:b=2:3$

9. (2025·四川凉山·一模) MgO 晶胞结构如下图，密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。 Li^+ 可以替代 MgO 晶体中部分 Mg^{2+} 的位置，但由于二者的离子半径和化合价不同会导致部分 O^{2-} 脱离形成“氧空位”以保证晶体的电中性。 N_A 为阿伏加德罗常数的值，下列说法中错误的是



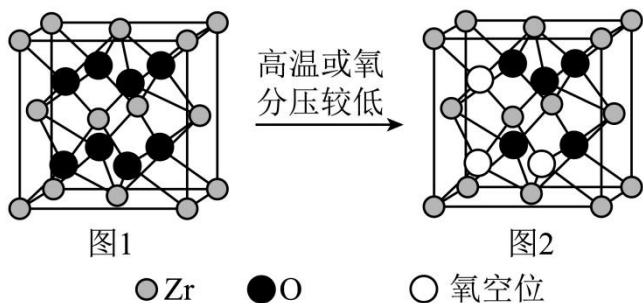
A. 晶体中与 O^{2-} 最近且等距的 O^{2-} 有 12 个

B. 若 b 为晶胞顶点，则 a 位于面心， c 位于棱心

C. 晶胞的边长为 $\sqrt[3]{\frac{160}{\rho N_A}} \times 10^{10} \text{ pm}$

D. 若 b 处 Mg^{2+} 被 Li^+ 替代，则该物质的化学式为 $\text{Li}_2\text{Mg}_6\text{O}_7$

10. (2026·湖南怀化·一模) 锆的某种氧化物是重要的催化与能源材料，其晶胞结构如图 1 所示，该立方晶胞的参数为 $a \text{ pm}$ ，阿伏加德罗常数的值为 N_A 。在高温或氧分压较低时，图 1 中的 Zr^{4+} 部分被还原为 Zr^{2+} ，同时产生氧空位以维持电中性，在这个过程中得到的某一产物的晶胞结构如图 2 所示。下列说法错误的是



A. 图 1 晶胞中两个 O 原子间的最短距离为 $\frac{a}{2} \times 10^{-12} \text{ m}$

B. 图 1 晶胞中每个 Zr 原子的配位数为 8

C. 图 2 晶胞中 Zr^{4+} 与 Zr^{2+} 的个数比为 1:3

D. 图 1 晶体的密度为 $\frac{1.23 \times 10^{32}}{a^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

11. (2026·江西萍乡·二模) Li、In、Cl 三种元素组成的固体电解质晶体结构如图 1, Zr^{4+} 替代部分 In^{3+} 会产生锂空位可
提高晶体导电性(替代过程中各元素化合价不变), 导电时锂离子迁移如图 2 所示, 下列说法正确的是

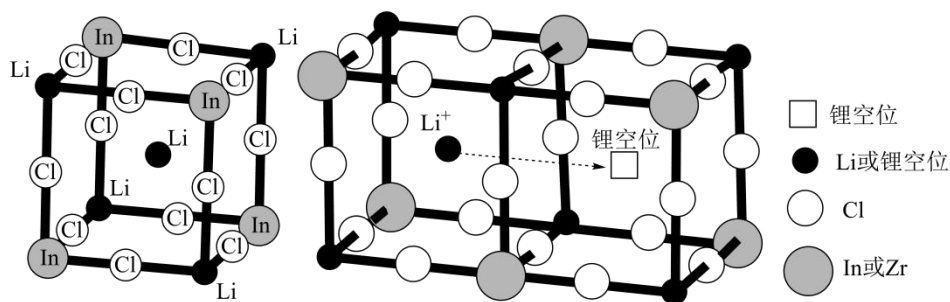
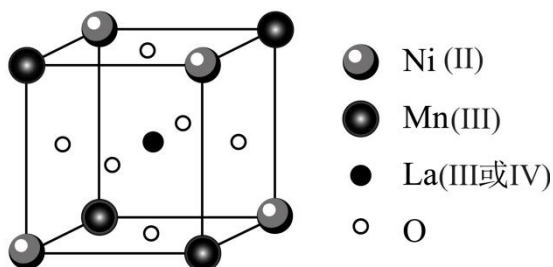


图1 晶体结构

图2 锂离子迁移过程示意图

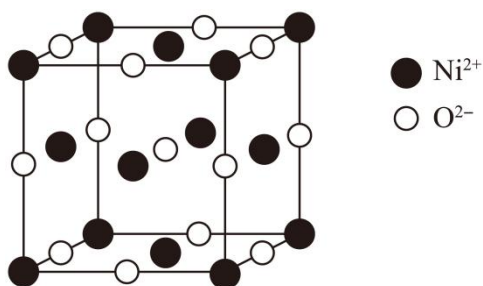
- A. 图 1 中, 该物质的化学式为 Li_3InCl_4
- B. 图 1 中, In 的配位数为 4
- C. Zr^{4+} 替代部分 In^{3+} , 化学式表示为 $\text{Li}_y\text{In}_{1-x}\text{Zr}_x\text{Cl}_6$, $x=0.6$ 时, 锂空位与锂离子个数比为 4: 1
- D. 导电时, 锂空位移动方向与电子移动方向相同

12. (2025·山东潍坊·模拟预测) 某种晶体的完整结构单元如图所示, 该晶体的实际结构中存在约 5% 的氧空位(可
提高氧离子电导性能)。下列说法错误的是



- A. 晶体中与 Ni 原子距离最近的 Mn 原子构成正八面体
- B. 该晶体的一个完整晶胞中含有 8 个 La 原子
- C. 该晶体实际结构的化学式为 $\text{La}_2\text{NiMnO}_6$
- D. 该晶体的实际结构中 La(III) 与 La(IV) 原子个数比为 4:1

13. (2026·河南郑州·模拟预测) 经过处理的氧化镍因存在离子空位, 可应用于太阳能电池、储能材料等领域。氧化
镍在空气中受热时, 部分 Ni^{2+} 被氧化为 Ni^{3+} , 得到 Ni_nO ; 为维持晶体整体电中性, 会产生 Ni^{2+} 空位。已知: Ni_nO
的一个晶胞质量为 mg , 阿伏加德罗常数的值为 N_A 。下图是无空位的 NiO 立方晶胞。下列说法错误的是



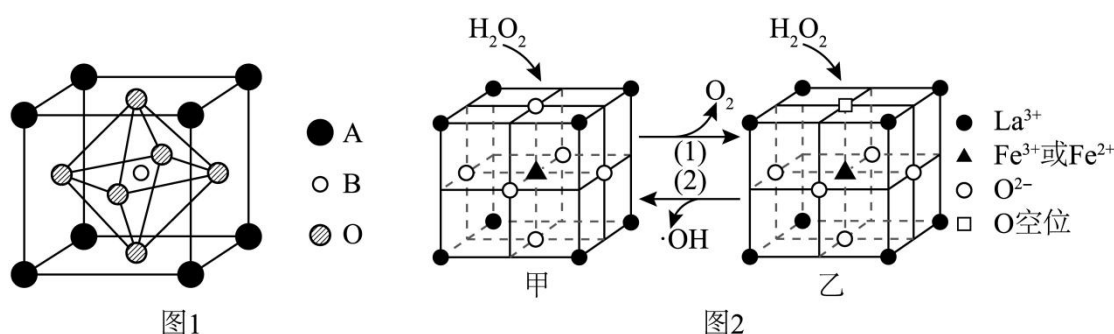
A. NiO 与 NaCl 晶胞结构相同

B. NiO 晶胞中 Ni^{2+} 位于 O^{2-} 形成的八面体空隙中

C. Ni_nO 中的 $n = \frac{mN_A - 64}{236}$

D. Ni_nO 晶体中 Ni^{2+} 与 Ni^{3+} 的个数比为 $\frac{2-2n}{3n-2}$

14. (2026·江西·模拟预测) 钙钛矿型氧化物 (ABO_3) 因其独特的晶体结构和可调的物理、化学性质在催化、能源存储和转换领域展现出巨大的应用潜力。理想状态下 ABO_3 的立方晶胞如图 1, H_2O_2 在钙钛矿型氧化物 LaFeO_3 晶胞(晶胞边长为 $a \text{ nm}$)中的转化过程如图 2。



已知: ①A 位点阳离子可为稀土离子(如 La^{3+} 、 Ce^{4+} 等)、碱金属离子或碱土金属离子, B 位点阳离子包括过渡金属离子(如 Co^{2+} 、 Ni^{3+} 等);

②A 位点、B 位点均可以通过调整多种元素来改变晶体组成。

设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法错误的是

A. 若 $\text{Nd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_3$ 具有钙钛矿结构, 则其晶体结构中 Nd、Sr 均位于 A 位点

B. ABO_3 晶体中 A 位点阳离子填充在由 8 个 $[\text{BO}_6]$ 八面体围成的间隙中心位置

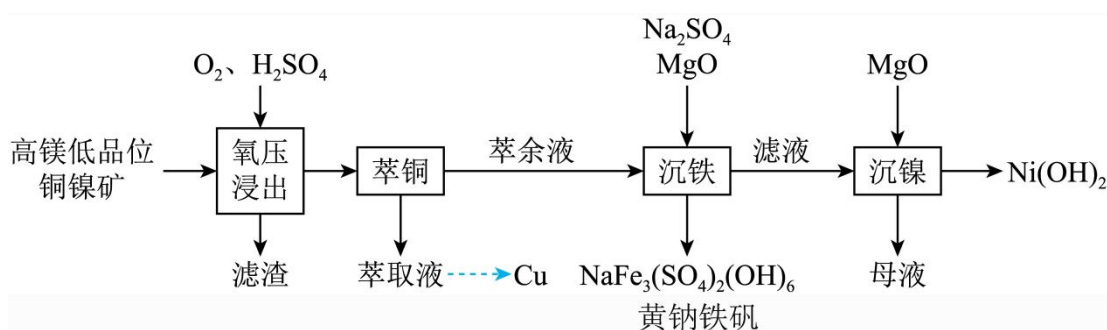
C. 过程(1)中, 当有 2 mol e^- 发生转移时, 形成 1 mol 氧空位

D. 过程(2)中, 相同条件下, $\text{LaFeO}_{2.8}$ 产生的 $\cdot\text{OH}$ 比等物质的量 $\text{LaFeO}_{2.6}$ 产生的 $\cdot\text{OH}$ 多

15. (2026·江苏南京·模拟预测) 镍是重要战略金属资源。

(1)制备 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 。从某高镁低品位铜镍矿(主要成分为 CuFeS_2 、 FeS_2 、 $3\text{NiO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等)

中制备 Cu、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 的过程如下:



①滤渣有 S 和 _____ (写化学式)。

②“氧压浸出”时，通入氧气可以提高 Cu^{2+} 的浸出率的原因是_____。

③“沉铁”时发生反应的离子方程式为_____。

④已知： $K_{sp}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = 2 \times 10^{-15}$ ，“沉镍”时控制 pH 为 8.50，“滤液”中 $c(\text{Ni}^{2+}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，此时 Ni^{2+} 的沉淀率为_____。(写出计算过程)

(2)制备 Ni。将制得的 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 加盐酸溶解后，用双膜三室电沉积法制备 Ni 的示意图如图-1，实验中阴极液 pH 与镍产率间的关系如图-2：

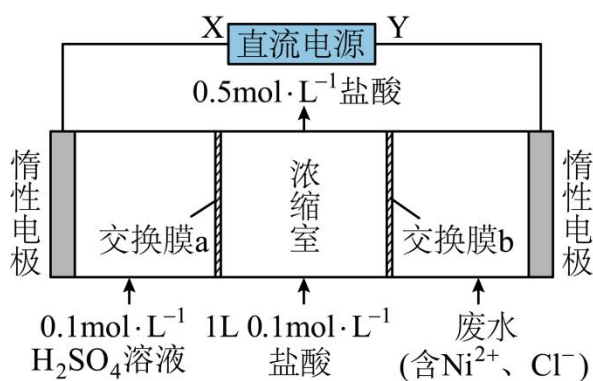


图-1

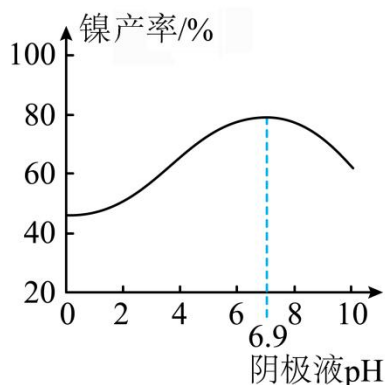


图-2

①左侧电极室发生的电极反应式为_____。

②pH=6.9 时，镍回收率最高的原因是_____。

(3)制备固体电解质材料

①具有双钙钛矿型氧化物通过掺杂改性可用作固体电解质材料，其晶体的一种完整结构单元如图-3 所示，该材料的化学式为_____。

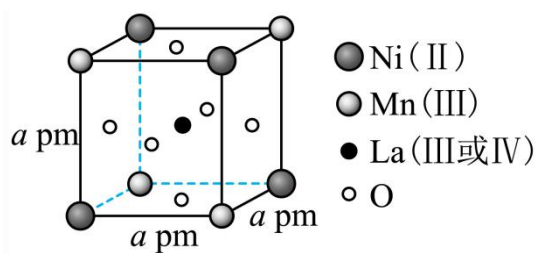


图-3

②真实的晶体中存在 5% 的 O 空位缺陷，导电时 O 空位的存在有利于 O^{2-} 的传导。考虑晶体缺陷，该晶体中 +3 价与 +4 价 La 原子个数比为_____。

四、参考答案

例题

1. (2024·山东·高考真题)

【答案】(1) 四 VIIB Cr

(2) MnO_2 降低 A

(3) 正四面体形 sp^2

(4) FDCA 形成的分子间氢键更多

2. (2024·安徽·高考真题)

【答案】B

3. (2025·云南·高考真题)

【答案】C

4. (2023·辽宁·高考真题)

【答案】C

5. (2024·安徽·高考真题)

【答案】B

6. (2026·山东枣庄·一模)

【答案】(1)适当升高温度、适当提高酸的浓度、搅拌等

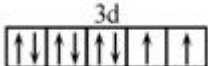
(2) 分液漏斗、烧杯 77.27%(或 77.3%)

(3) 加入硫酸，溶液中 H^+ 浓度增大，同时 Ce^{4+} 与 SO_4^{2-} 结合成 $[\text{CeSO}_4]^{2+}$ ，转移至水层，促使萃取反应平衡向逆反应进行，提高了 Ce 的反萃取率 还原剂

(4) $2\text{Ce}(\text{OH})_3 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ce}(\text{OH})_4 + \text{Cl}^-$

(5)15%

7. (2026·山东青岛·三模)

【答案】(1) ds 

(2)C

(3)BD

(4) $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ $\frac{6.67}{N_A a^2 c} \times 10^{32}$ 8

(5)4: 1

(6)D

练习

1. (2026·湖南邵阳·一模)

【答案】B

2. (2026·黑龙江吉林·模拟预测)

【答案】D

3. (2026·黑龙江哈尔滨·一模)

【答案】B

4. (2026·内蒙古呼和浩特·一模)

【答案】B

5. (2025·海南海口·一模)

【答案】(1)[Ar]3d⁶4s²

(2)CoFe₂O₄

(3)6

(4) $2C_4H_8 + O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2C_4H_6 + 2H_2O$ 10 不存在 Fe³⁺吸电子能力强,与碳相连使甲基中 C-H 极性增强,故甲基易被氧化 46.7%

6. (2026·江苏·一模)

【答案】(1)对滤渣 1 进行多次浸取

(2)Fe

(3) 过量的 H₂C₂O₄ 与 Sc³⁺ 结合生成 $[Sc(C_2O_4)_n]^{3-2n}$

$2Sc_2(C_2O_4)_3 \cdot 6H_2O + 3O_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2Sc_2O_3 + 12CO_2 + 12H_2O$

(4) 8 2% 180°C

7. (2026·河南·模拟预测)

【答案】(1) $2CO_2(g) + 6H_2(g) = C_2H_4(g) + 4H_2O(g)$, $\Delta H = -127 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 低温

(2) d 8 10

(3) < 温度升高, H₂ 体积分数增大, 平衡逆向移动, 正反应放热 B 1.69

8. (2026·辽宁锦州·二模)

【答案】B

9. (2025·四川凉山·一模)

【答案】B

10. (2026·湖南怀化·一模)

【答案】D

11. (2026·江西萍乡·二模)

【答案】D

12. (2025·山东潍坊·模拟预测)

【答案】C

13. (2026·河南郑州·模拟预测)

【答案】D

14. (2026·江西·模拟预测)

【答案】D

15. (2026·江苏南京·模拟预测)

【答案】(1) SiO_2 O_2 将-2价S氧化为单质S，促进 CuFeS_2 溶解

$3\text{Fe}^{3+} + \text{Na}^+ + 2\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{MgO} = \text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \downarrow + 3\text{Mg}^{2+}$ 99.9%

(2) $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ $\text{pH} < 6.9$ ，随 pH 降低， H^+ 浓度增大， H^+ 和 Ni^{2+} 竞争放电； $\text{pH} > 6.9$ ，随 pH 增大， OH^- 浓度增大， Ni^{2+} 转化为 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 沉淀

(3) $\text{NiMnLa}_2\text{O}_6$ 4 : 1